

**PLC-TF3**

**EP 1 251 646 A2**

**Method for the halfduplex transmission of information between communication devices with repeaters**

In a hierarchic communication network, for example a power distribution network, over which information is transmitted in a halfduplex mode, repeaters ( R ) are installed for the communication between the central communication device (M) and the decentral communication devices (S). This causes increased signal transmission times in extended communication networks and therefore a reduction in efficiency of the information transmission. The invention uses a Frame Structure with constant frame length, for which, dependent on the extension of the network, the available capacity is divided up between time slots for the transmission of the information (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>) on the one hand, and on the other hand the time units for the compensation of the resulting delay. In this way the communication network can be increased or reduced without changing the frame structure.

**PLC-TF 3: TB 8: TG 21: Document A27**

**EP 1 251 646 A2 (DE 101 16 838 C1)**

**Priority Date: 04.04.2001**

**Method for halfduplex transmission of information between communication devices with repeaters**

**Independent Claim: (Translated from the German in EP 1 251 646 A2)**

Method for the halfduplex transmission of information between a central communication installation (M) and decentral communication installations (S) over repeater installations (R), whereby the installations (M, S, R) are connected via a transfer medium for which the distance along the transfer medium between the installations (M, S, R) is oriented according to the transmission range of the installations (M, S, R),

characterised in that

- the decentral communication installations (S) each have the nearest repeater in the direction of the central communication installation (M) assigned to them,
- the decentral communication installations (S) are assigned to a repeater level ( $RE_0 \dots RE_3$ ), whereby a repeater level ( $RE_0 \dots RE_3$ ) is determined by the number of repeater installations (R) between the respective decentral and central communication installations (S, M),
- a delay time ( $t_d$ ) is assigned to each repeater level ( $RE_0 \dots RE_3$ ), which is oriented to the transmission time resulting from the maximum transmission range of an installation (M, S, R),
- the transmission resources for the transmission of information and the compensation of the delay times ( $t_d$ ) resulting from the number of repeater levels ( $RE_0 \dots RE_3$ ) are divided up per repeater level ( $RE_0 \dots RE_3$ ) in such a way, that the information from the central communication installation (M) can be sent and received in constant time intervals ( $t_0$ ).

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 1 251 646 A2**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:

23.10.2002 Patentblatt 2002/43

(51) Int Cl.7: **H04B 3/58**

(21) Anmeldenummer: 02100323.1

(22) Anmeldetag: 02.04.2002

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: 04.04.2001 DE 10116838

(71) Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT**  
80333 München (DE)

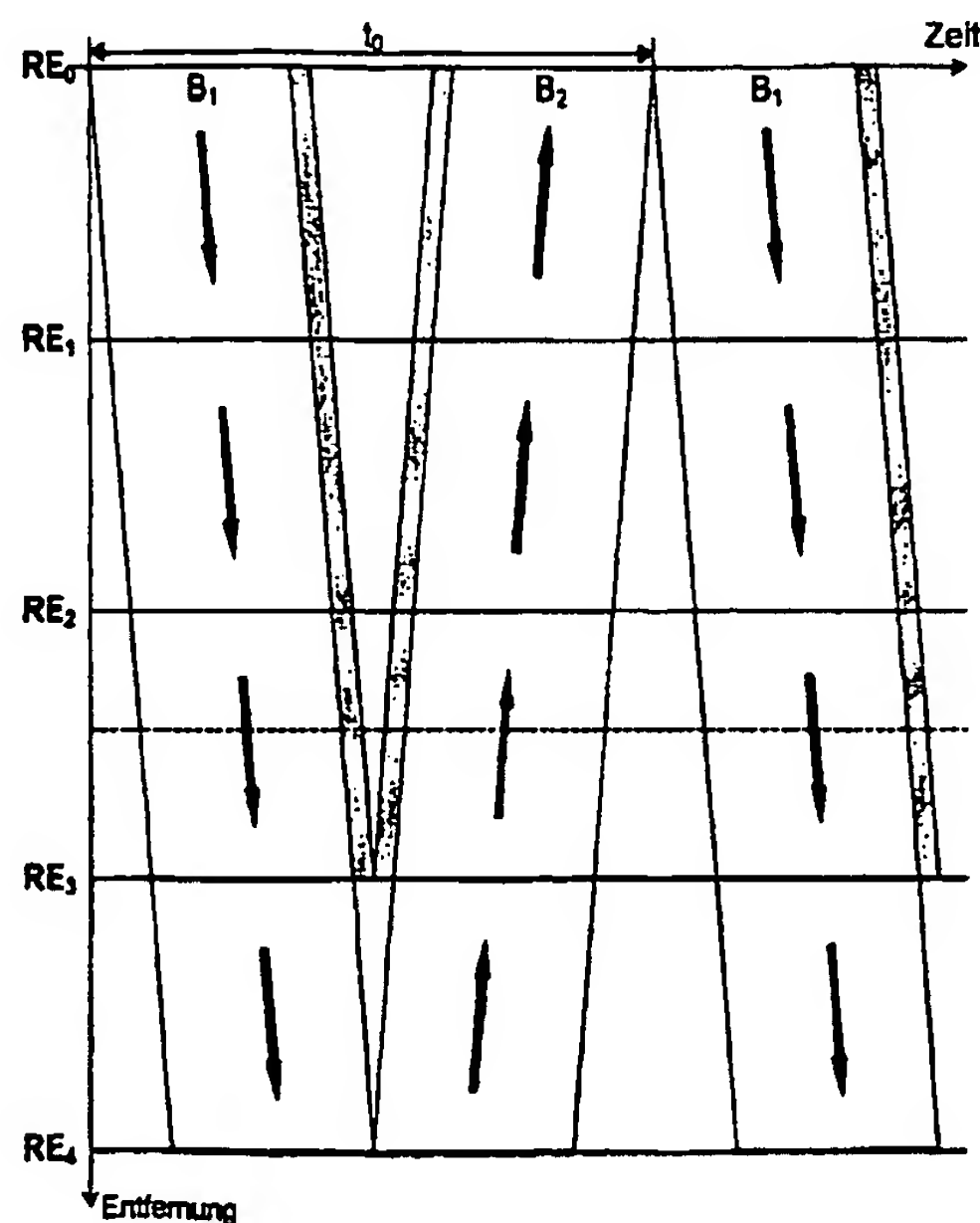
(72) Erfinder:

- Knobloch, Thomas  
80939 München (DE)
- Ruhnke, Helko  
81479 München (DE)
- Siebert, Harry  
82178 Puchheim (DE)

(54) **Verfahren zur Halbduplexübertragung von Informationen zwischen Kommunikationseinrichtungen mit Repeatern**

(57) In einem hierarchischen Kommunikationsnetz, beispielsweise einem Energieversorgungsnetz, über welches Informationen mit einem Halbduplexverfahren übertragen werden, werden Repeater (R) für die Kommunikation zwischen der zentralen Kommunikationseinrichtung (M) und den dezentralen Kommunikationseinrichtungen (S) eingesetzt. Dies führt bei räumlich ausgedehnten Kommunikationsnetzen zu erhöhten Signallaufzeiten und damit zu einer Reduzierung der Ef-

fizienz der Informationsübermittlung. Erfindungsgemäß wird eine Rahmenstruktur mit einer konstanten Rahmenlänge verwendet, bei der abhängig von der aktuellen räumlichen Ausdehnung die zur Verfügung stehende Kapazität zwischen Zeitschlitzten für die Übertragung der Informationen ( $B_1$ ,  $B_2$ ) einerseits und Zeiteinheiten für die Kompensation der sich ergebenden Verzögerungszeiten andererseits aufgeteilt wird. Hierdurch kann ohne Änderung der Rahmenstruktur das Kommunikationsnetz erweitert oder verkleinert werden.



Figur 2

## Beschreibung

[0001] Bei Powerline Communication (PLC) Netzen, Breitbandkabelnetzen oder Funknetzen sind alle an der Kommunikation beteiligten Kommunikationseinrichtungen und Repeater über ein gemeinsames Übertragungsmedium, d.h. eine Energieversorgungsleitung, HF-Leitung oder eine Funkstrecke miteinander verbunden.

[0002] Für die Verbindung mehrerer Kommunikationseinrichtungen über ein gemeinsames Übertragungsmedium gibt es zwei Klassen von Übertragungsverfahren: halbduplexfähige Übertragungsverfahren und vollduplexfähige Übertragungsverfahren. Für PLC Netze wird üblicherweise ein Halbduplexverfahren verwendet. Zu den Halbduplexverfahren gehört das TDMA-Verfahren (Time Division Multiple Access, Zeitmultiplexverfahren), bei dem Downlink-Informationen und Uplink-Informationen zeitlich versetzt übertragen werden. Downlink bedeutet dabei Informationsübertragung von der zentralen Kommunikationseinrichtung zu einer oder mehreren dezentralen Kommunikationseinrichtungen, Uplink bedeutet Informationsübertragung von einer dezentralen Kommunikationseinrichtung zur zentralen Kommunikationseinrichtung.

[0003] Bei den TDMA-Verfahren besteht ein Problem darin, die Zeitabläufe netzwerkweit so zu koordinieren, daß die Downlink-Übertragung die Uplink-Übertragung aufgrund auftretender Laufzeiteffekte nicht beeinflusst und umgekehrt.

[0004] Eine bekannte Lösung dieses Problems besteht darin, daß ein festes Zeitschema vorgegeben wird, wobei von konstanten Entfernungen der im Netz vorhandenen Einrichtungen voneinander ausgegangen wird. Falls die Voraussetzung konstanter Entfernungen wie z.B. in heutigen Mobilfunknetzen aufgrund beweglicher Einrichtungen nicht eingehalten werden kann, werden entsprechende Pufferzeiten vorgesehen, die die für Informationsübertragungszwecke zur Verfügung stehende Übertragungskapazität verringern.

[0005] Bei bisherigen Lösungen treten folgende Probleme auf:

- entweder sind feste Entfernungen der im Netz vorhandenen Einrichtungen vorzusehen; dadurch können insbesondere räumliche Erweiterungen des Netzes, die mindestens einen weiteren Repeater hinter dem am weitesten von der zentralen Kommunikationseinrichtung entfernten Repeater erfordern, nur durch eine komplette Rekonfiguration des Netzwerkes erreicht werden;
- oder für die maximal geplante Erweiterbarkeit müssen bereits in der Aufbauphase Übertragungsressourcen für die Kompensation der zu erwartenden maximalen Signallaufzeit bei Endausbau reserviert werden, wobei bei notwendigen Erweiterungen nach Erreichen des maximal geplanten Endausbaus wieder eine komplette Rekonfiguration erforderlich

derlich wird.

[0006] Bisherige Lösungsansätze sind nur im Rahmen eines vorgesehenen Endausbaus flexibel, wobei die Flexibilität eine verringerte Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Übertragungsressourcen in jeder geringeren als der Endausbaustufe bedeutet.

[0007] Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, die Effizienz der bisher bekannten Verfahren zur Halbduplexübertragung von Informationen zwischen Kommunikationseinrichtungen mit Repeatern zu verbessern.

[0008] Die Aufgabe wird ausgehend von den Verfahren zur Halbduplexübertragung von Informationen zwischen Kommunikationseinrichtungen mit Repeatern gemäß den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1 durch dessen kennzeichnende Merkmale gelöst.

[0009] Der wesentliche Aspekt des erfindungsgemäßen Verfahrens ist die Aufteilung von Übertragungsressourcen für Informationsübertragung oder zur Kompensation der Signallaufzeiten in Abhängigkeit von den aktuellen Erfordernissen, die sich im wesentlichen aus der räumlichen Ausdehnung eines Kommunikationsnetzes ergeben. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird sichergestellt, daß ein Kommunikationsnetz, in welchem zur Informationsübermittlung ein Halbduplexverfahren eingesetzt wird, gleichzeitig flexibel für Erweiterungen ist und für jede Netzausbaustufe die optimale Nutzung der vorhandenen Übertragungskapazität gewährleistet.

[0010] Nach einer Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens können spezifische Parameter für die dezentralen Kommunikationseinrichtungen einschließlich aller für die Übertragung eingesetzten Repeateranlagen in der zentralen Kommunikationseinrichtung gespeichert sein und von dieser an die dezentralen Kommunikationseinrichtungen bzw. die Repeateranlagen übermittelt und dort gespeichert werden - Anspruch 2. Von Vorteil ist dabei, daß alle Bedienereingaben, die nach der physikalischen Installation einer neuen Einrichtung für deren Einbindung in das Kommunikationsnetzwerk erforderlich sind, zentral durchgeführt werden können.

[0011] Vorteilhaft können die spezifischen Parameter nach Übertragung an die dezentralen Kommunikationseinrichtungen bzw. an die Repeateranlagen in der zentralen Kommunikationseinrichtung zumindest teilweise gelöscht werden - Anspruch 4. Die freiwerdenden Ressourcen können für andere Zwecke eingesetzt werden.

[0012] Die spezifischen Parameter werden mittels eines von der zentralen Kommunikationseinrichtung gesteuerten Meßverfahrens in vorgegebenen Zeitabständen und/oder bei jeder Konfigurationsänderung gemessen - Anspruch 5. Dies hat den Vorteil, daß einerseits bei festgestellten, beabsichtigten Konfigurationsänderungen die Parameter angepaßt werden können, um die

Einbindung einer neuen Einrichtung zu ermöglichen bzw. bei Entfernung einer Einrichtung den nunmehr optimalen Parametersatz zu ermitteln. Andererseits können durch regelmäßige Messungen unbeabsichtigte Konfigurationsänderungen oder sich anderweitig verändernde physikalische Größen festgestellt werden.

[0013] Vorteilhaft ist für die Übertragung der Daten eine Rahmenstruktur mit einer vorgegebenen, konstanten Rahmenlänge. Innerhalb dieses Rahmens wird eine Anzahl von Zeitschlitzten vorgesehen, wobei der Informationsübermittlungsrichtung von der zentralen Kommunikationseinrichtung zu einer oder mehreren dezentralen Kommunikationseinrichtungen ein erster Block von Zeitschlitzten zugeordnet ist, der Informationsübermittlungsrichtung von einer oder mehreren dezentralen Kommunikationseinrichtungen zur zentralen Kommunikationseinrichtung ein zweiter Block von Zeitschlitzten zugeordnet ist sowie eine erste Anzahl von Zeiteinheiten zwischen dem ersten und dem zweiten Block sowie eine zweite Anzahl von Zeiteinheiten zwischen dem zweiten Block und dem Rahmenende für die Kompensation der Signallaufzeiten vorgesehen ist, wobei eine Zeiteinheit durch jeweils zumindest einen Teil eines Zeitschlitzes repräsentiert ist - Anspruch 6. Eine Anpassung der Rahmenstruktur an aktuelle Gegebenheiten erfolgt durch eine dynamische Anpassung der Blockgrößen für Downlink und Uplink; dabei werden Zeitschlitzte aus diesen Blöcken in Zeiteinheiten umgewidmet und für die Kompensation von Signallaufzeiten bereitgestellt, falls Repeaterebenen hinzukommen bzw. das Kompensations-Kontingent wird verkleinert und die freiwerdenden Zeiteinheiten gruppiert in Zeitschlitzte werden den Uplink/Downlink-Blöcken zugewiesen, falls Repeaterebenen entfernt werden. Die Rahmen haben unabhängig von der aktuellen Gestaltung des Netzwerkes stets die gleiche zeitliche Länge. Dadurch haben die Rahmenstartzeitpunkte einen stets konstanten zeitlichen Abstand.

[0014] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0015] Im folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren anhand von 4 Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1a eine schematische Darstellung eines hierarchisch aufgebauten Netzwerkes mit vier Repeaterebenen  $RE_0 \dots RE_3$ , bestehend aus einer zentralen Kommunikationseinrichtung M, Repeatern  $R_{11}, R_{12}, R_{21}$  und dezentralen Kommunikationseinrichtungen  $S_{13}, S_{22}, S_{31}, S_{32}$ .

Figur 1b eine schematische Darstellung des zeitlichen Ablaufs der Kommunikation über die vier Repeaterebenen  $RE_0 \dots RE_3$  der Figur 1a,

Figur 2 eine schematische Darstellung der veränderten Zeitabläufe bei Hinzufügen einer Repeaterebene  $RE_4$  zu dem in Figur 1a darge-

stellten Netzwerk und

Figur 3 eine schematische Darstellung der veränderten Zeitabläufe bei Entfernen einer Repeaterebene  $RE_3$  aus dem in Figur 1a dargestellten Netzwerk.

[0016] Für das Ausführungsbeispiel werden zunächst drei Repeaterebenen  $RE_1 \dots RE_3$  und die zentrale Repeaterebene  $RE_0$  eingeführt, wobei eine i-te Repeaterebene  $RE_i$  alle Einrichtungen - also Repeater R und dezentrale Kommunikationseinrichtungen S - umfaßt, auf deren Weg der Informationsübermittlung zur zentralen Kommunikationseinrichtung M die gleiche Anzahl i-1 von Repeatern R liegt. Dabei wird festgelegt:

- Die zentrale Kommunikationseinrichtung M bildet eine eigene zentrale Repeaterebene  $RE_0$ .
- Die erste Repeaterebene  $RE_1$  besteht aus allen Einrichtungen, auf deren Weg der Informationsübermittlung zur zentralen Kommunikationseinrichtung M kein Repeater R liegt; beispielsweise umfaßt  $RE_1$  zwei Repeater  $R_{11}, R_{12}$  und eine dezentrale Kommunikationseinrichtung  $S_{13}$  — siehe Figur 1a.
- Die zweite Repeaterebene  $RE_2$  besteht aus allen Einrichtungen, auf deren Weg der Informationsübermittlung zur zentralen Kommunikationseinrichtung M ein beliebiger Repeater  $R_{1k}$  der ersten Repeaterebene  $RE_1$  liegt; beispielsweise umfaßt  $RE_2$  einen Repeater  $R_{21}$  und eine dezentrale Kommunikationseinrichtung  $S_{22}$  - siehe Figur 1a.
- Die dritte Repeaterebene  $RE_3$  besteht aus allen Einrichtungen, auf deren Weg der Informationsübermittlung zur zentralen Kommunikationseinrichtung M ein beliebiger Repeater  $R_{1k}$ , der ersten Repeaterebene  $RE_1$  und ein beliebiger Repeater  $R_{2k}$ , der zweiten Repeaterebene  $RE_2$  liegt; beispielsweise umfaßt  $RE_3$  zwei dezentrale Kommunikationseinrichtungen  $S_{31}, S_{32}$  - siehe Figur 1a.
- Allgemein gilt für eine Anzahl n von Repeaterebenen: die n-te Repeaterebene  $RE_n$ , die von der zentralen Kommunikationseinrichtung die größte Übertragungsmedium-Entfernung hat, besteht aus den Einrichtungen, auf deren Weg der Informationsübermittlung zur zentralen Kommunikationseinrichtung M je ein Repeater der ersten bis (n-1)-ten Repeaterebene  $RE_1 \dots RE_{n-1}$  liegt.

[0017] Für die Informationsübermittlung ist eine netzweit einheitliche Rahmenstruktur fester Länge vorgesehen. In jedem Rahmen ist ein erster Block  $B_1$  von Zeitschlitzten für die Übertragung der Downlink-Informationen vorgesehen, ein zweiter Block  $B_2$  von Zeitschlitzten wird für die Übertragung der Uplink-Informationen bereitgestellt. Für die Kompensation der Signallaufzeiten werden Zeiteinheiten verwendet, deren Zahl an die aktuelle räumliche Ausdehnung des Netzwerkes angepaßt ist, wobei eine Zeiteinheit durch jeweils zumindest



einen Teil eines Zeitschlitzes repräsentiert ist. In den Figuren 1..3 sind nicht die einzelnen Zeitschlitzte, sondern jeweils nur die Blöcke  $B_1$ ,  $B_2$  dargestellt. Aufgrund der festen Rahmenlänge ergibt sich ein fester zeitlicher Abstand  $t_0$  der Rahmenstartzeitpunkte.

[0018] Jeder Repeaterebene  $RE_i$  wird eine Verzögerungszeit zugeordnet. Diese Verzögerungszeit ergibt sich aus der Laufzeit eines Signals zur untergeordneten Repeaterebene  $RE_{i-1}$ . Dabei wird eine Standardentfernung zwischen zwei Repeaterebenen  $RE_i$ ,  $RE_{i-1}$  definiert, die aus der maximalen Übertragungsreichweite der Einrichtungen ermittelt wird. Unter der vereinfachenden Annahme, daß alle Einrichtungen den Standardabstand zu ihrem zugeordneten Repeater  $R$  aufweisen, kann allen Repeaterebenen  $RE_i$  die gleiche Verzögerungszeit  $t_v$  zugeordnet werden. Figur 1b stellt diese Situation für die Repeaterebenen  $RE_0$ .. $RE_3$  dar, die Anzahl  $n$  der Repeaterebenen ist  $n=3$ . Erfindungsgemäß wird festgelegt:

- Die Übertragung der Daten des Uplink-Blocks  $B_2$  einer Einrichtung der  $n$ -ten Repeaterebene  $RE_n$  — in Figur 1  $RE_3$  — darf ohne Verzögerung beginnen, nachdem alle Daten des Downlink-Blocks  $B_1$  empfangen wurden.
- Die Übertragung der Daten des Uplink-Blocks  $B_2$  durch eine Einrichtung der  $(n-1)$ -ten Repeaterebene  $RE_{n-1}$  — in Figur 1  $RE_2$  — darf erst nach einer Verzögerungszeit  $t_v$  nach Empfang aller Daten des Downlink-Blocks  $B_1$  beginnen.
- Die Übertragung der Daten des Uplink-Blocks  $B_2$  durch eine Einrichtung der  $(n-2)$ -ten Repeaterebene  $RE_{n-2}$  — in Figur 1  $RE_1$  — darf erst nach einer zweifachen Verzögerungszeit  $2t_v$  nach Empfang aller Daten des Downlink-Blocks  $B_1$  beginnen.
- Allgemein darf bei  $n$  Repeaterebenen die Übertragung der Daten des Uplink-Blocks  $B_2$  durch eine Einrichtung der  $i$ -ten Repeaterebene  $RE_i$  erst nach einer  $(n-i)$ -fachen Verzögerungszeit  $(n-i)t_v$  nach Empfang aller Daten des Downlink-Blocks  $B_1$  beginnen.
- Die Übertragung der Daten des Downlink-Blocks  $B_1$  des folgenden Rahmens darf durch eine Einrichtung der zentralen Repeaterebene  $RE_0$  — die zentrale Kommunikationseinrichtung  $M$  — sofort nach Beendigung der Übertragung des Uplink-Blocks  $B_2$  des aktuellen Rahmens beginnen.
- Die Übertragung der Daten des Downlink-Blocks  $B_1$  des folgenden Rahmens darf durch eine Repeatereinrichtung der ersten Repeaterebene  $RE_1$  — in Figur 1 Repeater  $R_{11}$ ,  $R_{12}$  — erst nach einer Verzögerungszeit  $t_v$  nach Beendigung der Übertragung des Uplink-Blocks  $B_2$  des aktuellen Rahmens beginnen.
- Die Übertragung der Daten des Downlink-Blocks  $B_1$  des folgenden Rahmens darf durch eine Repeatereinrichtung der zweiten Repeaterebene  $RE_2$  — in Figur 1 Repeater  $R_{21}$  — erst nach einer Verzögerungszeit  $t_v$  nach Beendigung der Übertragung des

Uplink-Blocks  $B_2$  des aktuellen Rahmens beginnen.

- Allgemein darf die Übertragung der Daten des Downlink-Blocks  $B_1$  des folgenden Rahmens durch einen Repeater  $R$  der  $i$ -ten Repeaterebene  $RE_i$  erst nach einer  $i$ -fachen Verzögerungszeit  $i \cdot t_v$  nach Ende der Übertragung des Uplink-Blocks  $B_2$  des aktuellen Rahmens beginnen.

[0019] Kann aufgrund der Ausgestaltung des Netzwerkes die vereinfachende Annahme des gleichen Abstandes aller Einrichtungen zu ihrem zugeordneten Repeater  $R$  nicht eingehalten werden, ändern sich die oben genannten Beziehungen dahingehend, daß eine Einrichtungs-spezifische Laufzeitkorrektur  $t_{LK,E}$  für jede Einrichtung eingeführt wird, welche nicht den Standardabstand zur übergeordneten Repeaterebene  $RE$  aufweist. Diese Einrichtungs-spezifische Laufzeitkorrektur  $t_{LK,E}$  läßt sich aus der Differenz von der für den Standardabstand geltenden Verzögerungszeit  $t_v$  und der tatsächlichen Laufzeit zur übergeordneten Repeaterebene  $RE$  ermitteln. Dies wird ebenfalls in Figur 1b veranschaulicht, dabei ist die dezentrale Kommunikationseinrichtung  $S_{32}$  in geringerem Abstand zu Repeater  $R_{21}$  angeordnet — gestrichelte Linie. Die Einrichtung  $S_{32}$  darf nun nicht sofort, sondern erst nach Ablauf der Laufzeitkorrektur  $t_{LK,32}$  nach Ende der Downlink-Übertragung mit der Uplink-Übertragung beginnen. Grundsätzlich sind individuelle Einrichtungs-spezifische Laufzeitkorrekturen für alle Einrichtungen, ggf. auch für Repeater  $R$ , einer Repeaterebene  $RE$  erforderlich, deren Laufzeit kleiner als die für den Standardabstand geltende Verzögerungszeit  $t_v$  ist. Vorteilhaft ist, dass die Laufzeitkorrektur eine lokale Größe ist, die nur innerhalb der jeweiligen Repeaterebene bestimmt und beachtet werden muß. Insbesondere können sich dadurch keine Meßfehler über mehrere Ebenen akkumulieren.

[0020] Figur 2 zeigt die Veränderungen bei Hinzufügen einer vierten Repeaterebene  $RE_4$  zu dem in Figur 1a dargestellten Netzwerk. Der Abstand der Rahmenstartzeitpunkte  $t_0$  bleibt dabei konstant. Die veränderten Laufzeitbedingungen, hervorgerufen durch die größere räumliche Ausdehnung des Netzwerkes, werden durch Verringerung der Anzahl der für die Übertragung verwendeten Zeitschlitzte — schraffiert dargestellt — berücksichtigt, wobei nur soviel Übertragungskapazität bereitgestellt wird, wie für die Einhaltung der Bedingung, daß eine Einrichtung der vierten Repeaterebene  $RE_4$  Uplink-Informationen erst nach vollständigem Empfang der Downlink-Informationen senden darf, benötigt werden.

[0021] Figur 3 zeigt in analoger Weise die Verhältnisse für ein Netzwerk nach Figur 1a, bei dem die Anzahl  $n$  der Repeaterebenen  $RE$  um die  $n$ -te Repeaterebene  $RE_n$  — hier entfallen die Einrichtungen  $S_{31}$ ,  $S_{32}$  und  $R_{21}$  und damit die dritte Repeaterebene  $RE_3$  — verringert wurde. Die Funktionalität des Netzwerkes ist auch ohne Anpassung der Anzahl der für die Übertragung verwendeten Zeitschlitzte weiterhin gegeben, allerdings ist in die-

sem Fall die Ausnutzung der zur Verfügung stehenden Übertragungskapazität dahingehend nicht optimal, daß die bisher zur Laufzeitkompensation reservierten Zeiteinheiten - schraffiert dargestellt - ungenutzt bleiben. Deshalb werden erfindungsgemäß diese Zeiteinheiten wieder für Informationsübertragung verwendet. Der Abstand der Rahmenstartzeitpunkte  $t_0$  bleibt dabei konstant.

[0022] Das erfindungsgemäße Verfahren wird vorteilhaft in Energieversorgungsnetzen eingesetzt, über die Informationen - beispielsweise aus dem Internet - übertragen werden. Hierbei stellt die zentrale Kommunikationseinrichtung M eine zentrale Übertragungseinrichtung dar, die über die Repeater R mit den an die Energieversorgungsleitung angeschlossenen dezentralen Kommunikationseinrichtungen S kommuniziert. Das erfindungsgemäße Verfahren kann ebenfalls vorteilhaft für die Übertragung von Informationen in Breitbandkabelnetzen und Funknetzen eingesetzt werden.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Halbduplexübertragung von Informationen zwischen einer zentralen Kommunikationseinrichtung (M) und dezentralen Kommunikationseinrichtungen (S) über Repeatereinrichtungen (R), wobei die Einrichtungen (M,S,R) über ein Übertragungsmedium verbunden sind, bei dem die Übertragungsmedium-Entfernung zwischen den Einrichtungen (M,S,R) an der Übertragungsreichweite der Einrichtungen (M, S, R) orientiert ist, **dadurch gekennzeichnet**,
  - daß die dezentralen Kommunikationseinrichtungen (S) der in Informationsübermittlungsrichtung zur zentralen Kommunikationseinrichtung (M) jeweils nächstgelegenen Repeatereinrichtung (R) zugeordnet sind,
  - daß die dezentralen Kommunikationseinrichtungen (S) einer Repeaterebene ( $RE_0..RE_3$ ) zugeordnet sind, wobei eine Repeaterebene ( $RE_0..RE_3$ ) durch die Anzahl der zwischen der jeweiligen dezentralen und der zentralen Kommunikationseinrichtung (S,M) angeordneten Repeatereinrichtungen (R) bestimmt ist,
  - daß jeder Repeaterebene ( $RE_0..RE_3$ ) eine Verzögerungszeit ( $t_v$ ) zugeordnet ist, die an der sich aus der maximalen Übertragungsreichweite einer Einrichtung (M,S,R) ergebenden Laufzeit orientiert ist,
  - daß je Repeaterebene ( $RE_0..RE_3$ ) die Übertragungsressourcen für die Übertragung der Informationen und die Kompensation der sich aus der Anzahl von Repeaterebenen ( $RE_0..RE_3$ ) ergebenden Verzögerungszeiten ( $t_v$ ) derart aufgeteilt werden, daß von der zentralen Kommunikationseinrichtung (M) die Informationen

in konstanten Zeitabständen ( $t_0$ ) übermittelt und empfangen werden können.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der zentralen Kommunikationseinrichtung (M) für die zugeordneten dezentralen Kommunikationseinrichtungen (S) einschließlich aller für die Übertragung eingesetzten Repeatereinrichtungen (R) spezifische Parameter in der zentralen Kommunikationseinrichtung (M) gespeichert sind und mit Hilfe des Übertragungsverfahrens an die dezentralen Kommunikationseinrichtungen (S) oder an die Repeatereinrichtungen (R) übermittelt und dort gespeichert werden.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die spezifischen Parameter
  - die Verzögerungszeit je Repeaterebene ( $RE_0..RE_3$ ),
  - die Anzahl der Repeaterebenen ( $RE_0..RE_3$ ),
  - Informationen über eine Einrichtungs-spezifische Laufzeitkorrektur  $t_{K,E}$  sowie über die Zugehörigkeit einer Einrichtung (M,S,R) zu einer der Repeaterebenen ( $RE_0..RE_3$ ) umfassen.
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die spezifischen Parameter nach der Übertragung an die dezentralen Kommunikationseinrichtungen (S) oder an die Repeatereinrichtungen (R) in der zentralen Kommunikationseinrichtung (M) zumindest teilweise gelöscht werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die spezifischen Parameter mit Hilfe eines von der zentralen Kommunikationseinrichtung (M) oder einem Repeater (R) gesteuerten Meßverfahrens in vorgegebenen Zeitabständen und/oder bei jeder Konfigurationsänderung gemessen werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**,
  - daß zur Übertragung der Daten eine Rahmenstruktur mit einer vorgegebenen, konstanten Rahmenlänge vorgesehen ist,
  - daß der Informationsübermittlungsrichtung von der zentralen Kommunikationseinrichtung (M) zu einer oder mehreren dezentralen Kommunikationseinrichtungen (S) ein erster Block ( $B_1$ ) von Zeitschlitzten zugeordnet ist,
  - daß der Informationsübermittlungsrichtung von einer oder mehreren dezentralen Kommunikationseinrichtungen (S) zur zentralen Kommuni-

kationseinrichtung (M) ein zweiter Block ( $B_2$ ) von Zeitschlitzten zugeordnet ist,

- daß eine erste Anzahl von Zeiteinheiten zwischen dem ersten und dem zweiten Block ( $B_1$ ,  $B_2$ ) sowie eine zweite Anzahl von Zeiteinheiten zwischen dem zweiten Block ( $B_2$ ) und dem Rahmenende für die Kompensation der Signallaufzeiten vorgesehen ist, 5
- wobei eine Zeiteinheit durch jeweils zumindest einen Teil eines Zeitschlitzes repräsentiert ist. 10

7. Verfahren nach Anspruch 6,  
dadurch gekennzeichnet,

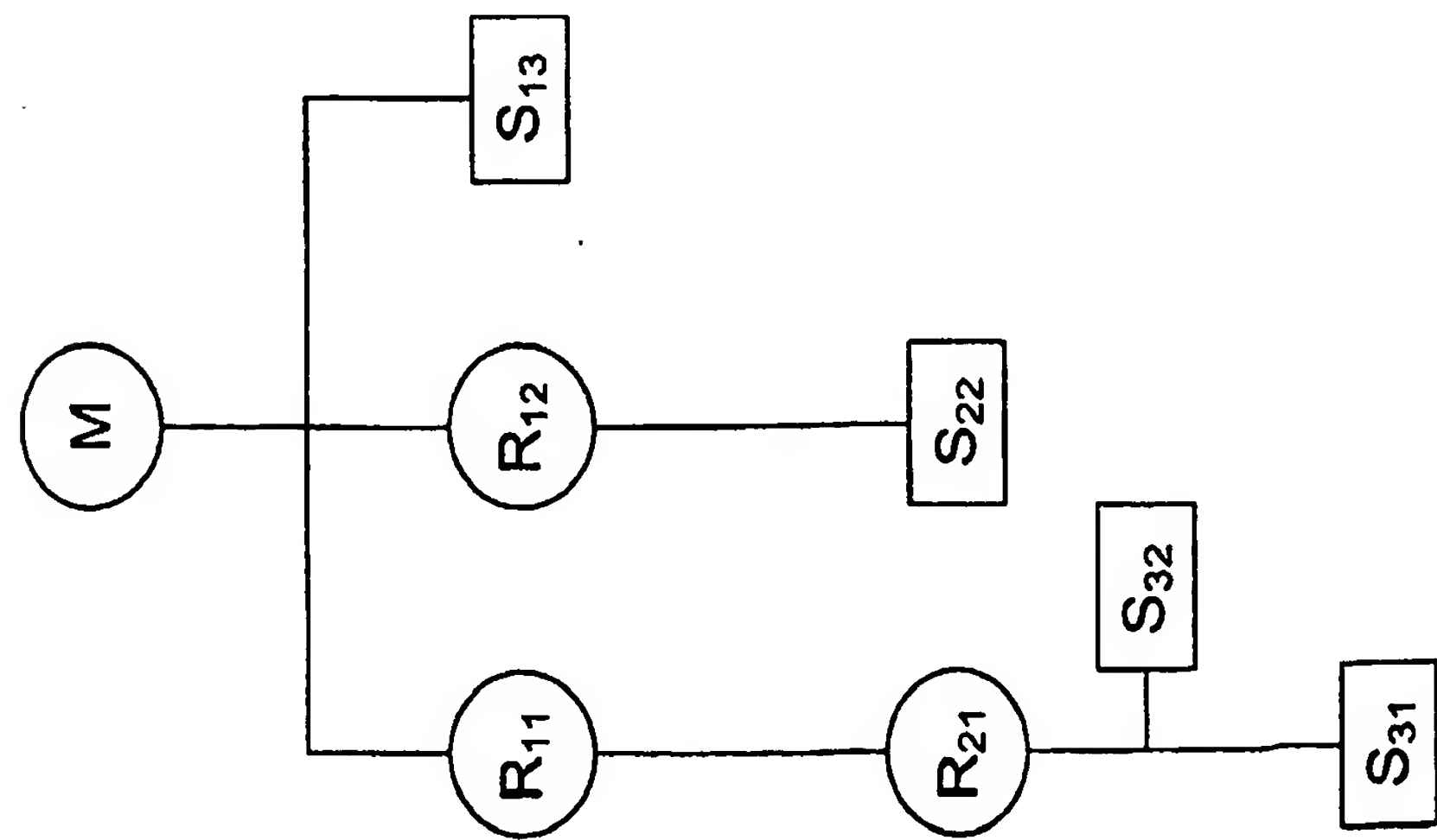
- daß die Summe der ersten und der zweiten Anzahl von Zeiteinheiten zur Kompensation der Signallaufzeiten für alle Einrichtungen (M,S,R) gleich ist, 15
- daß für die zentrale Kommunikationseinrichtung (M) die erste Anzahl von Zeiteinheiten zur Kompensation der Signallaufzeiten den größten für eine Einrichtung (M,S,R) auftretenden Wert annimmt und gleichzeitig die zweite Anzahl den kleinsten für eine Einrichtung (M,S,R) auftretenden Wert annimmt, 20 25
- daß ausgehend von der zentralen Kommunikationseinrichtung (M) von Repeaterebene ( $RE_0$ .. $RE_3$ ) zu Repeaterebene ( $RE_0$ .. $RE_3$ ) die erste Anzahl von Zeiteinheiten zur Kompensation der Signallaufzeiten abnimmt und die zweite Anzahl von Zeiteinheiten zur Kompensation der Signallaufzeiten zunimmt. 30

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 oder 7,  
dadurch gekennzeichnet, 35  
daß die vorgegebene Rahmenlänge bei Rekonfigurationen und/oder Inbetriebnahme des Kommunikationsnetzes durch Konfiguration einstellbar ist.

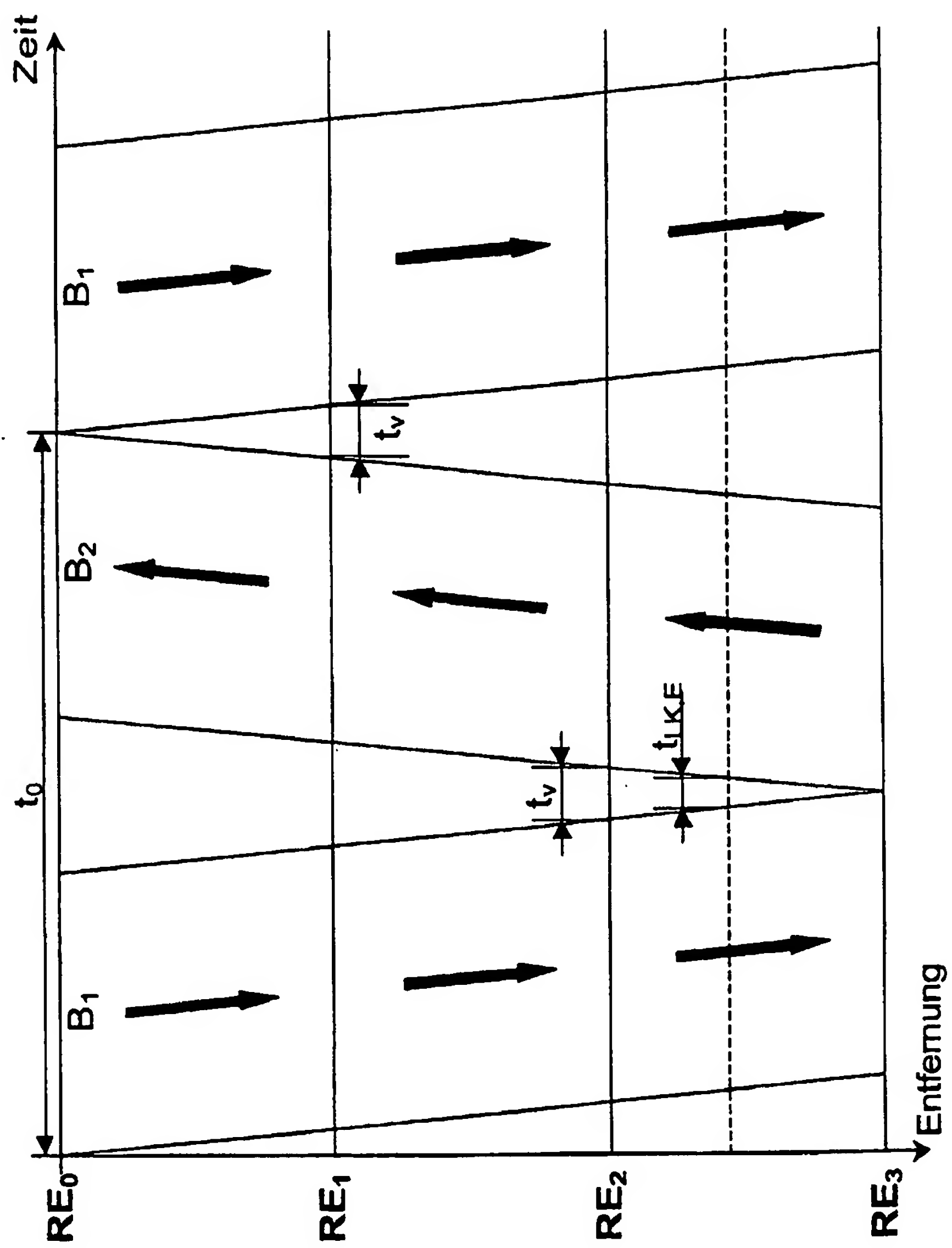
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, 40  
dadurch gekennzeichnet,

- daß das Übertragungsmedium eine Energieversorgungsleitung, ein Breitbandkabel oder eine Funkstrecke ist, 45
- daß die Einrichtungen gemeinsam mit oder integriert in Übertragungseinrichtungen zur Energieversorgung installiert oder Breitbandkabel-Übertragungseinrichtungen oder Funkübertragungseinrichtungen sind. 50

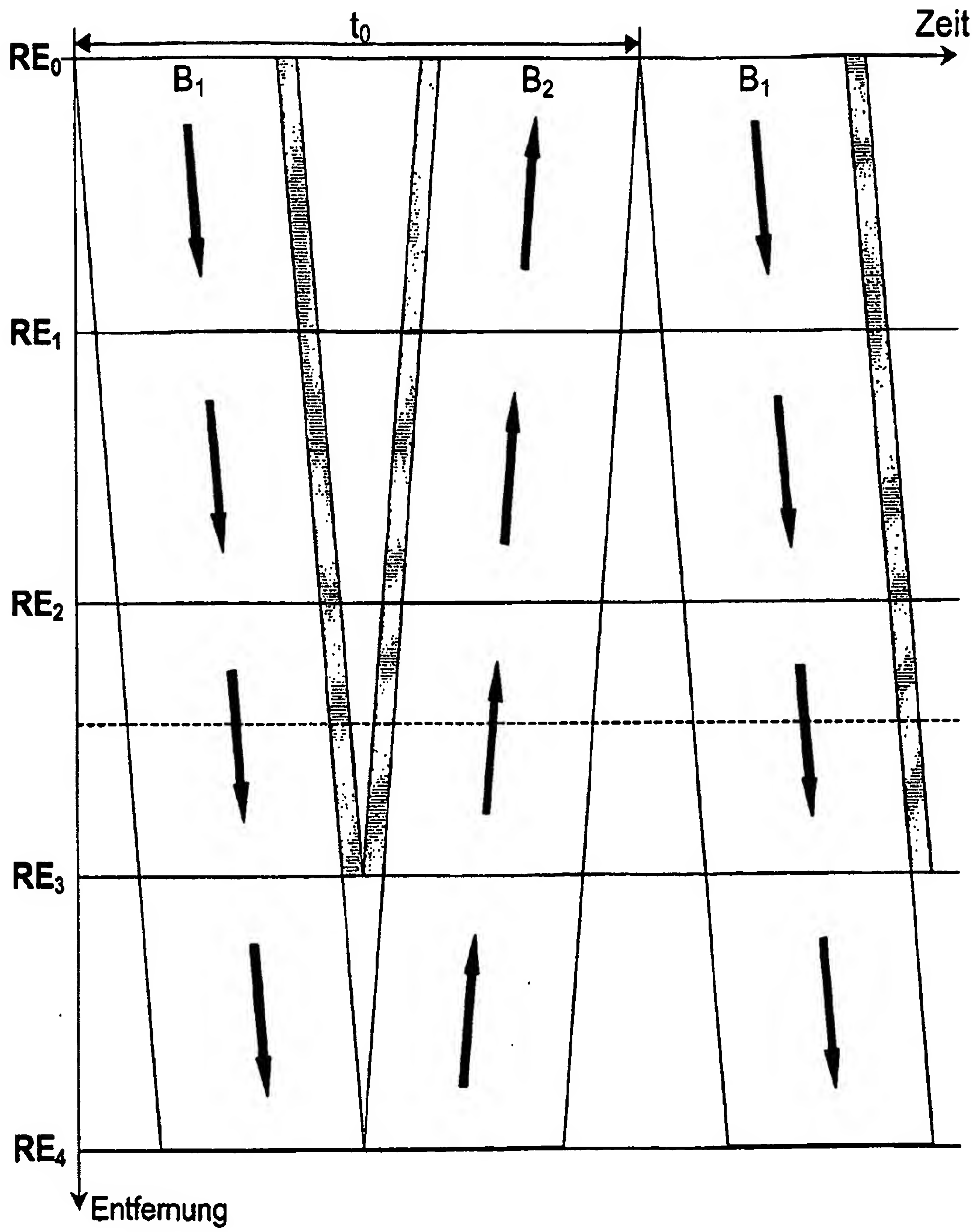




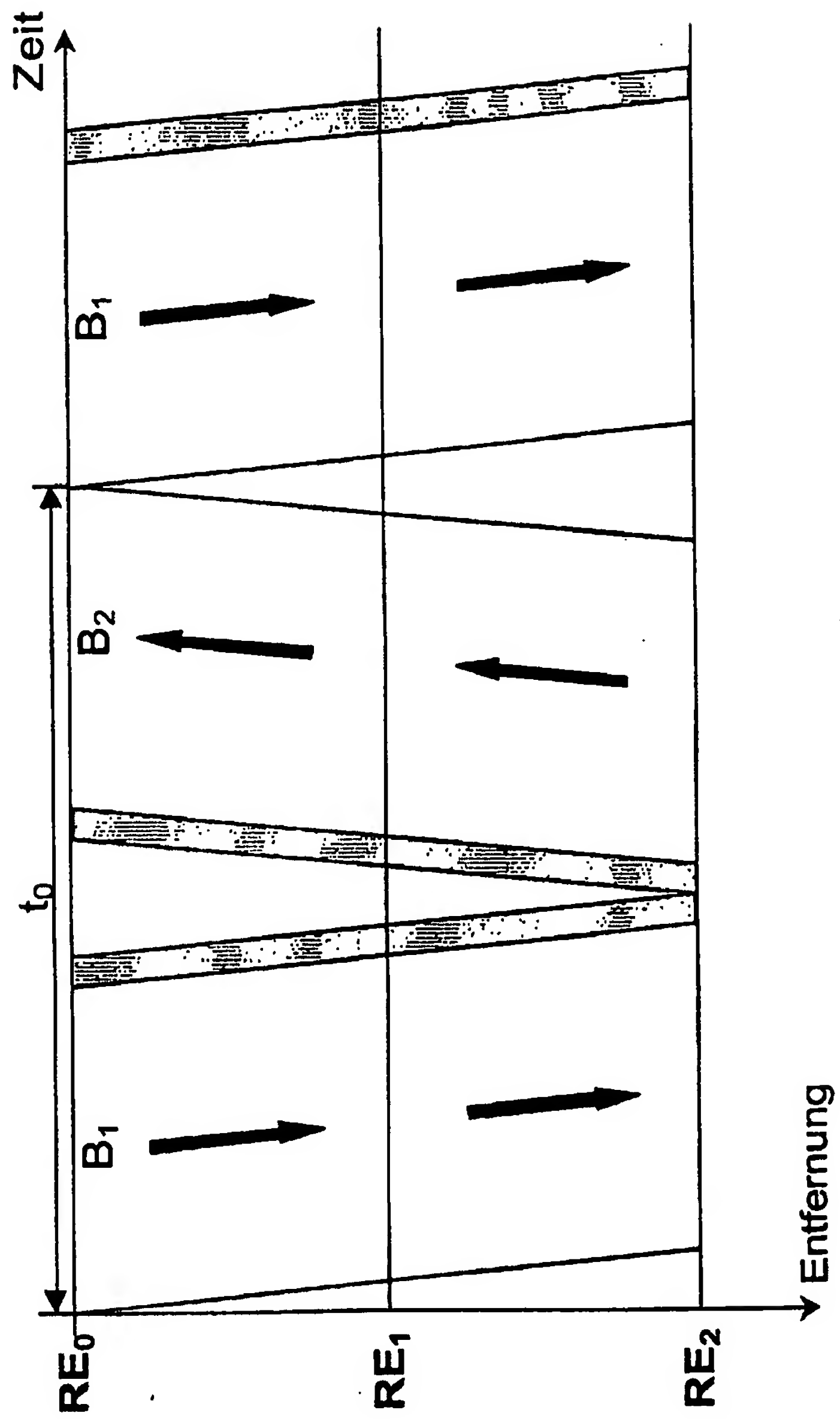
Figur 1a



Figur 1b



Figur 2



Figur 3